パネルディスカッション

「ワイヤレス電力伝送システム」に期待すること

〇ｺｰﾃﾞｨﾈｰﾀｰ

多氣 昌生（首都大学東京大学院 理工学研究科教授）
（情報通信審議会 情報通信技術分科会電波利用環境委員会 主査）

〇パネリスト

尾崎 一幸（株式会社富士通研究所 ものづくり技術研究所
ﾌｧｸﾄﾘｰｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ）

小宮山 晋（日産自動車株式会社 ﾊﾟﾜｰﾄﾚｲﾝ技術開発本部
ＥＶ・ﾊﾟﾜｰﾄﾚｲﾝ戦略部 主担）

井上 正弘（一般社団法人 ＫＥＣ関西電子工業振興ｾﾝﾀｰ）

渡辺 聡一（国立研究開発法人 情報通信研究機構 電磁波計測研究所
電磁環境研究室 研究ﾏﾈｰｼﾞｬｰ）

杉野 勲 （総務省 総合通信基盤局 電波部 電波環境課長）

「電波利用環境シンポジウム」
パネルディスカッション参加者プロフィール

【コーディネーター】

多氣　昌生氏 ／ 首都大学東京大学院　理工学研究科教授
情報通信審議会　情報通信技術分科会　電波利用環境委員会　主査

専門は環境電磁工学、生体電磁気学。ICNIRP委員（1996-2008）、URSI Commission K議長（2011-2014)、電子情報通信学会環境電磁工学研究専門委員会委員長（2013-2015)、IEC　TC106　日本国内委員会委員長(2000-現在)。2013 年より、総務省情報通信技術分科会電波利用環境委員会主査。

【パネリスト】

尾崎　一幸氏 ／ 株式会社富士通研究所　ものづくり技術研究所ﾌｧｸﾄﾘｰｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ

1982 年（昭和 57 年）3 月　名古屋大学大学院博士課程修了（工学博士）。同年 4 月　㈱富士通研究所入社。ストレージシステム研究所　光ディスクメディア研究部長などを経て、現職。

小宮山　晋氏 ／ 日産自動車株式会社　ﾊﾟﾜｰﾄﾚｲﾝ技術開発本部 EV・ﾊﾟﾜｰﾄﾚｲﾝ戦略部　主担

1992 年（平成 4 年）3 月　東京工業大学修士修了。同年 4 月、日産自動車(株)入社。電動車エネルギーマネジメントの研究に従事し、その後ティーノハイブリッド車の制御開発を担当。その後、電動車制御プラットホーム、走行中ワイヤレス給電等の研究に従事し、2014 年（平成 26 年）よりWPT 規格化を担当。本年 4 月より現職。

井上　正弘氏 ／ 一般社団法人　KEC関西電子工業振興センター

1985 年以来 30 年間、国際エキスパートとしてCISPR国際会議に参加。主として家庭用電気機器や高周波利用設備等の国際規格作成に寄与。2008 年から 2013 年まで CISPR において太陽光発電システムの無線障害に関する国際規格策定のリーダー。2001 年以来 14 年間、情報通信審議会専門委員として電波利用環境委員会作業班主任を務め、2015 年 1 月に退任。

渡辺　聡一氏 ／ 国立研究開発法人　情報通信研究機構　電磁波計測研究所　電磁環境研究室　研究ﾏﾈｰｼﾞｬｰ

平成３年東京都立大学工学部電気工学科卒業。平成８年同大学大学院工学研究科電気工学専攻博士課程修了。同年郵政省通信総合研究所（現在国立研究開発法人情報通信研究機構）入所。以来、生体電磁環境に関する研究に従事。国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）主委員会委員、総務省情報通信審議会比吸収率測定方法作業班主任、総務省情報通信審議会 WPT 作業班人体防護アドホック主任、総務省生体電磁環境に関する検討会委員、電気学会 IEC TC106 国内委員会幹事（高周波委員会委員長）。

杉野　　勲氏 ／ 総務省　総合通信基盤局　電波部　電波環境課長

平成 2 年 4 月に郵政省（当時）に入省。以来、電波監理、事業規制、研究開発、国際標準化等、様々な情報通信行政に従事。平成 11 年 6 月に米国 MIT の技術政策プログラムを修了。平成 21 年 7 月から 2 年間、国立大学法人九州工業大学ネットワークデザイン研究センターに教授として勤務。平成 26 年に、米国光学会より「2014 OSA Advocate of Optics」を受賞。平成 26 年 8 月より現職。

FUJITSU
shaping tomorrow with you

モバイル機器用WPTの普及に向けた国内、国際標準化活動

尾崎一幸
㈱富士通研究所　ファクトリーエンジニアリングプロジェクト
（BWF WPT-WG　SG7リーダ）

BWF:ブロードバンドワイヤレスフォーラム
WPT-WG: ワイヤレス電力伝送WG

Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

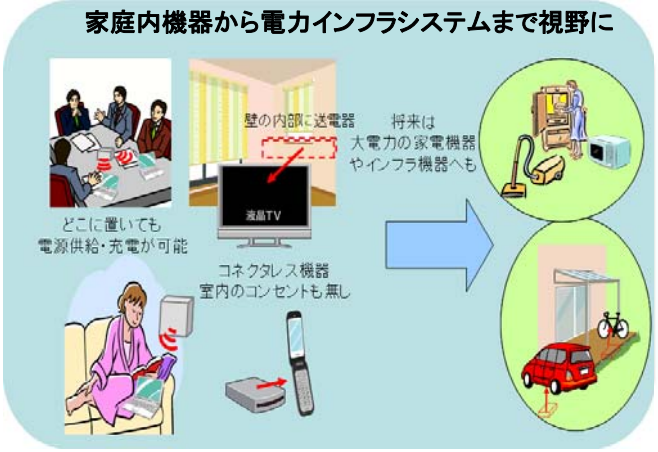
BWF WPT-WGの活動

FUJITSU

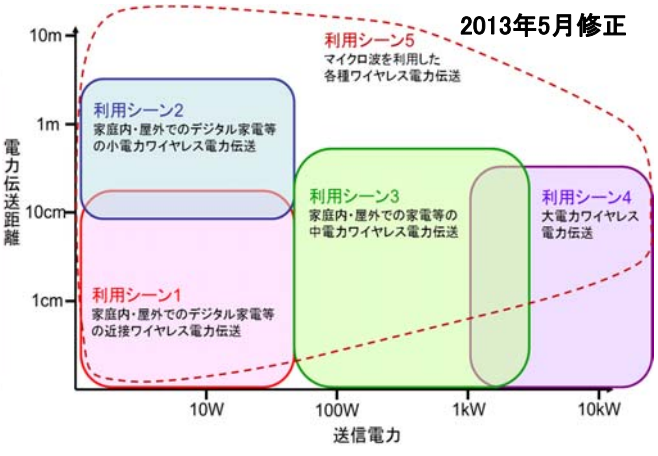
活動目的

今後の実用化が期待されるワイヤレス電力伝送技術に関して、利用シーン毎に分類し、その機能・仕様、実用化時期などを考慮し、次の課題解決に向けた検討を行う
①技術開発の促進（電磁誘導、磁界共鳴、電界共鳴など）
②電波法など法令上の利用環境・利用条件の整備
③人体防護指針やイミュニティのための条件の検討
④標準規格化活動の推進

利用イメージ例



利用シーンの分類



Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

モバイル機器用磁界結合方式WPTの標準化動向

FUJITSU

■ モバイル機器用磁界結合方式WPTの利用イメージ例

■ BWFの標準化の取り組み

・国内ではARIB規格化を目標

①ARIB標準規格 第1版（2015年）　送電電力：50W以下

②ARIB標準規格 第2版（2016年）　送電電力：50W超

・A4WP基本システム仕様を国内規格化（BWFとA4WP間でMoU締結済）

・総務省WPT作業班で関連規則事項を審議　→　答申（2015.1.21）を反映

・A4WPとARIB間での著作権、IPRに関する取り決め手続き中

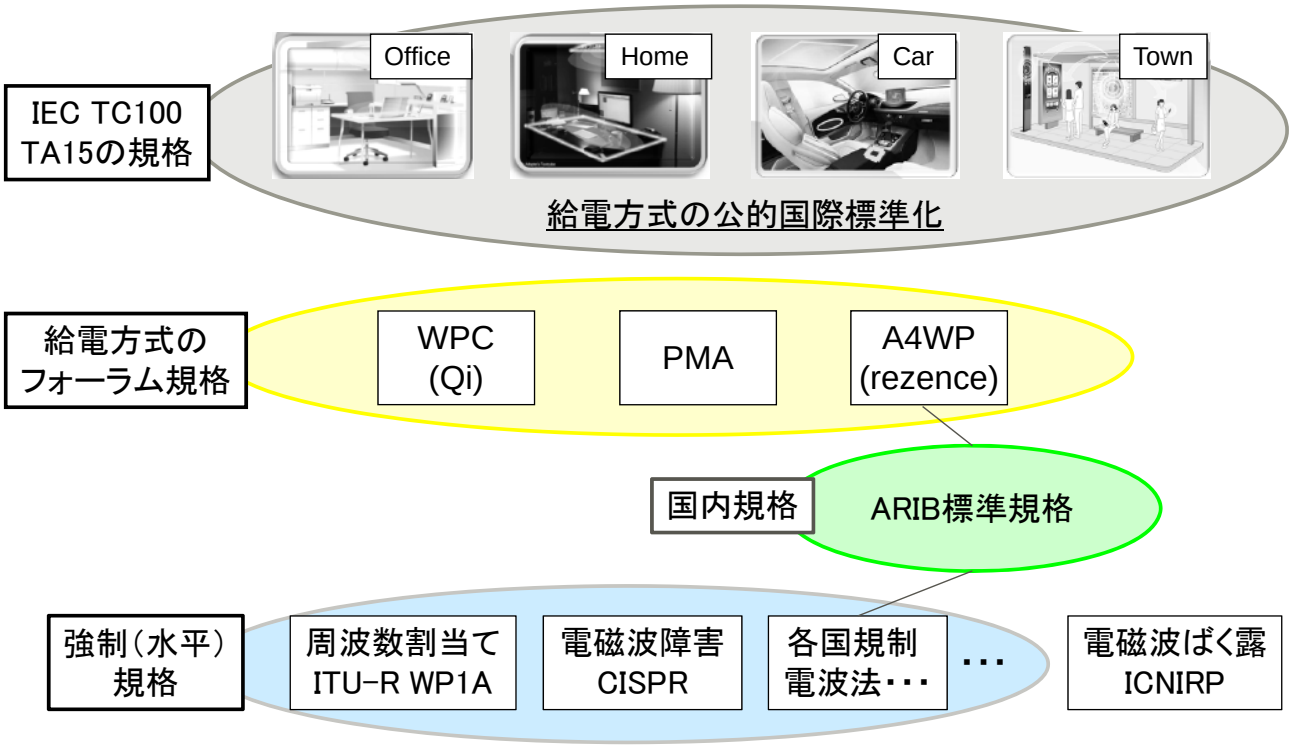
・ARIB標準規格以外の部分については、IEC TC100、TC106国内委員会と連携

ARIB：Association of Radio Industries and Business （一般社団法人電波産業会）
A4WP： Alliance for Wireless Power
IEC：International Electrotechnical Commission（国際電気標準会議）

Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

モバイル機器用WPTの国際標準化の動向

FUJITSU



CISPR：Comité international spécial des perturbations radioélectriques （国際無線障害特別委員会）、IECの特別委員会
ICNIRP：International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection （国際非電離放射線防護委員会）

Copyright 2015 FUJITSU LIMITED

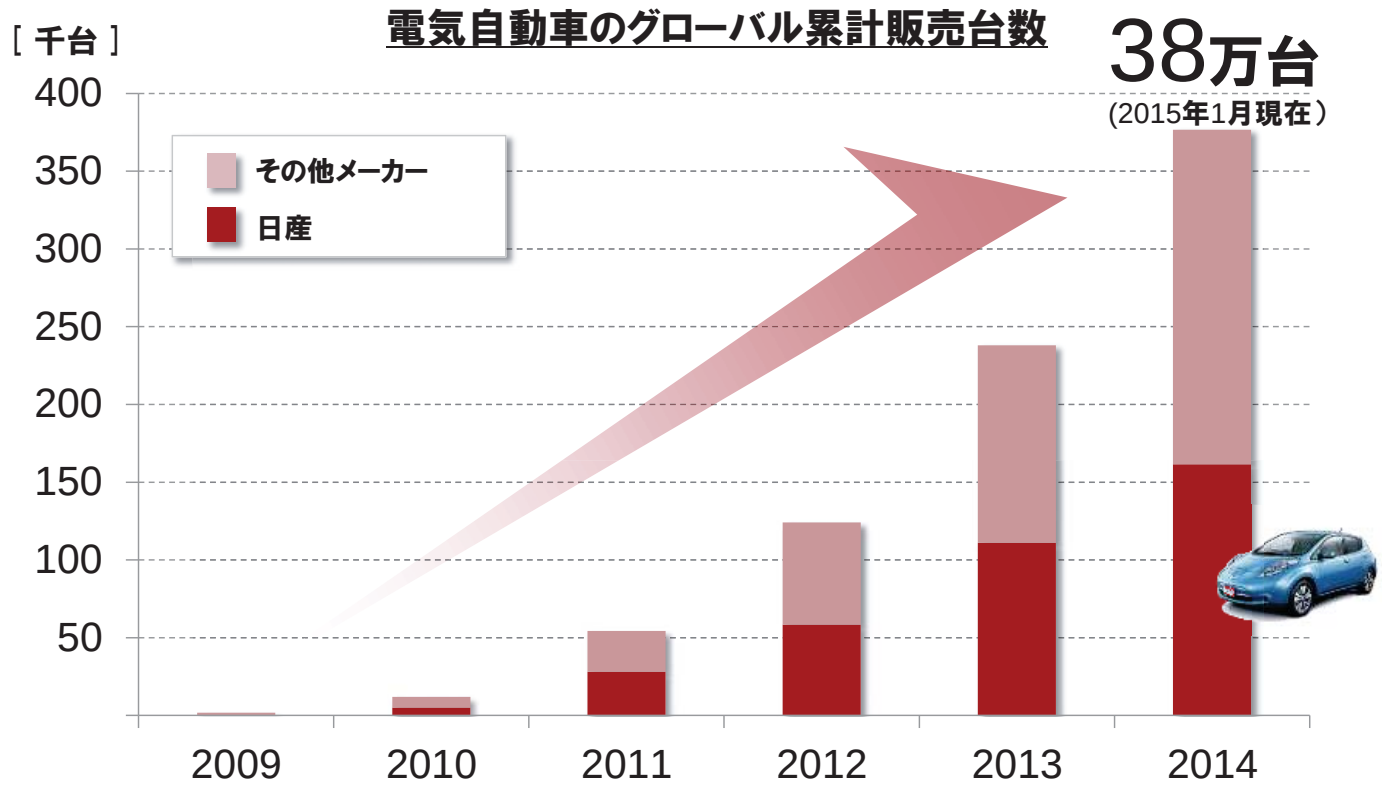
NISSAN MOTOR CORPORATION

電気自動車とワイヤレス充電

2015年6月10日

日産自動車株式会社
パワートレイン技術開発本部
EV・パワートレイン戦略部
小宮山 晋

電気自動車全体の販売は成長



出典：MARKLINES / 日産自動車

電気自動車のメリット

電気インフラとしての活用

家庭・ビルへの電力供給

LEAF to Home
2012年6月　販売開始

Vehicle to Building
2013年7月　実証開始

太陽光発電所における使用済バッテリーの再活用

太陽光発電出力変動抑制（大阪夢洲）
2014年2月　実証開始

これからの電気自動車の進化

充電1回あたりの航続距離 [JC08 モード]

2010年型 日産リーフ

200km

2013年型 日産リーフ

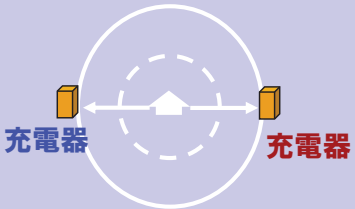
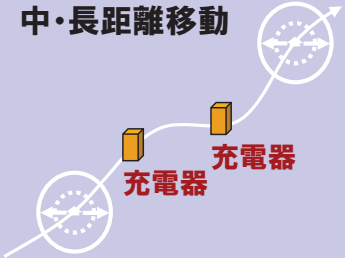
228km

・効率の改善
・軽量化

将来

・さらなる効率の改善
・バッテリーの改良

ワイヤレス充電で実現するストレスフリー充電

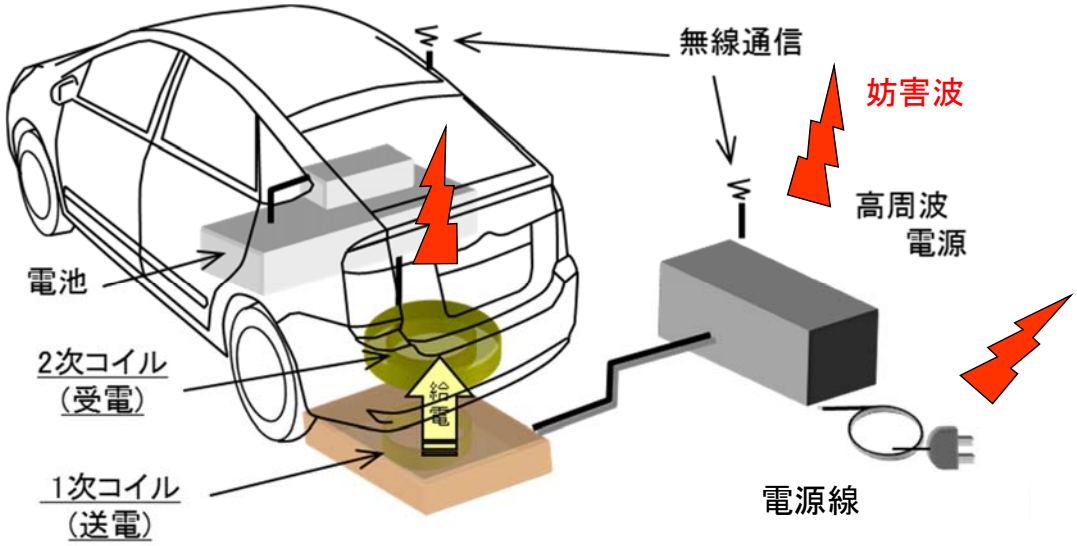
	基礎充電	充電ネットワーク	
		目的地充電	経路充電
EVの利用形態	主に夜間電力を利用し、家・事業所の車庫で充電する。	短・中距離移動  目的地で充電し、復路に備える。	中・長距離移動  離れた目的地までの移動の途中で充電し、目的地へ向かう。
充電方式	普通充電 →停車中ワイヤレス充電	長時間滞在:普通充電 →停車中ワイヤレス充電 短時間滞在:急速充電	急速充電 or （走行中ワイヤレス充電?）

ワイヤレス電力伝送システムからの無線障害に関する国際規格化の取り組み

1. ワイヤレス電力伝送に関する国際規格の現状
2. 新国際規格策定に向けての取り組み
3. 今後の展望

一般社団法人KEC関西電子工業振興センター
井上　正弘

WPTシステムからの無線障害の例（電気自動車用WPTシステム）



地上側に設置される送電側装置（1次コイル）と車両側に装備される受電側装置（2次コイル）で構成

国際無線障害特別委員会(CISPR)

目　的

無線障害の原因となる各種機器からの不要電波(妨害波)に関し、その許容値と測定法を国際的に合意することによって国際貿易を促進することを目的とする。
1934年(昭和9年)に設立された、IEC(国際電気標準会議)の特別委員会である。

構成員

電波監理機関、放送・通信事業者、産業界、大学・研究機関などからなる各国代表のほか、無線妨害の抑圧に関心を持ついくつかの国際機関も構成員となっている。
なお、現在、各国構成員は41カ国(うち14カ国はオブザーバー)となっている。

組　織

総会
(Plenary)

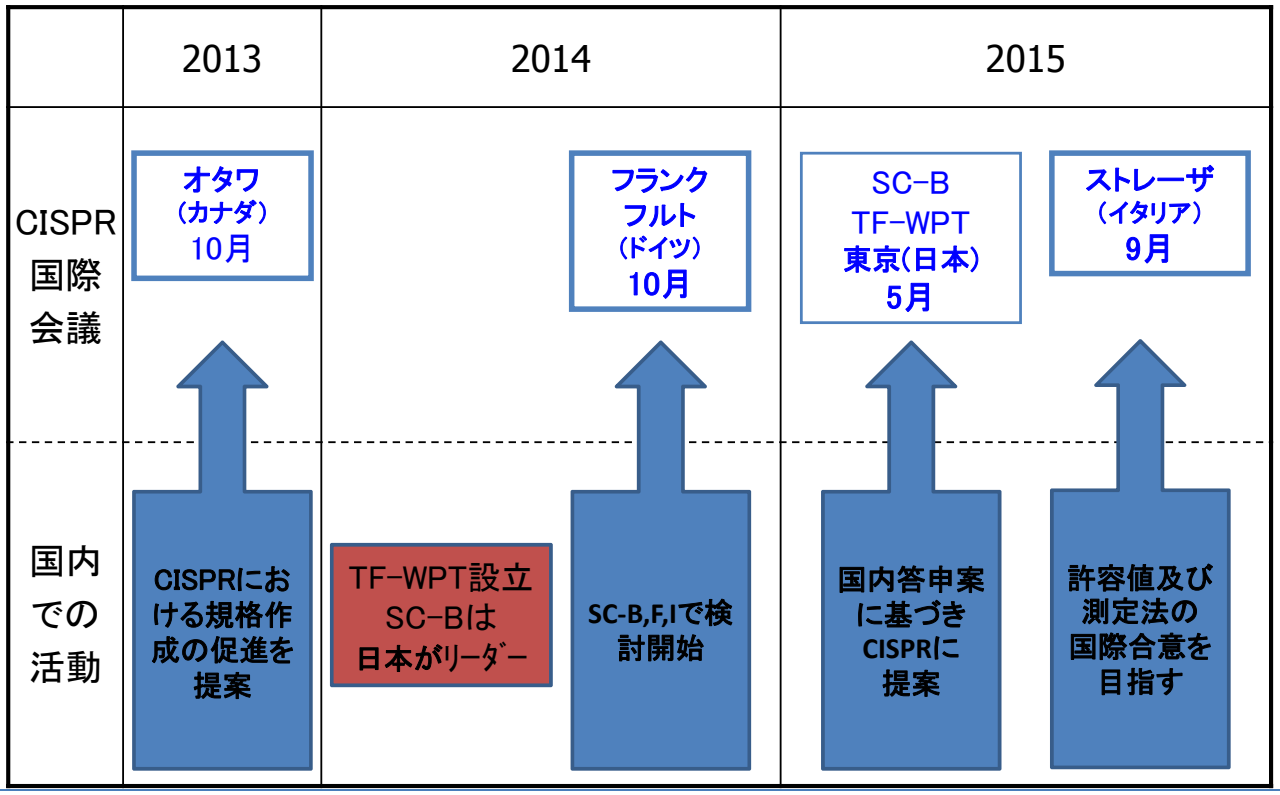
※　年1回開催

運営委員会
(SC-S)
日本も参加

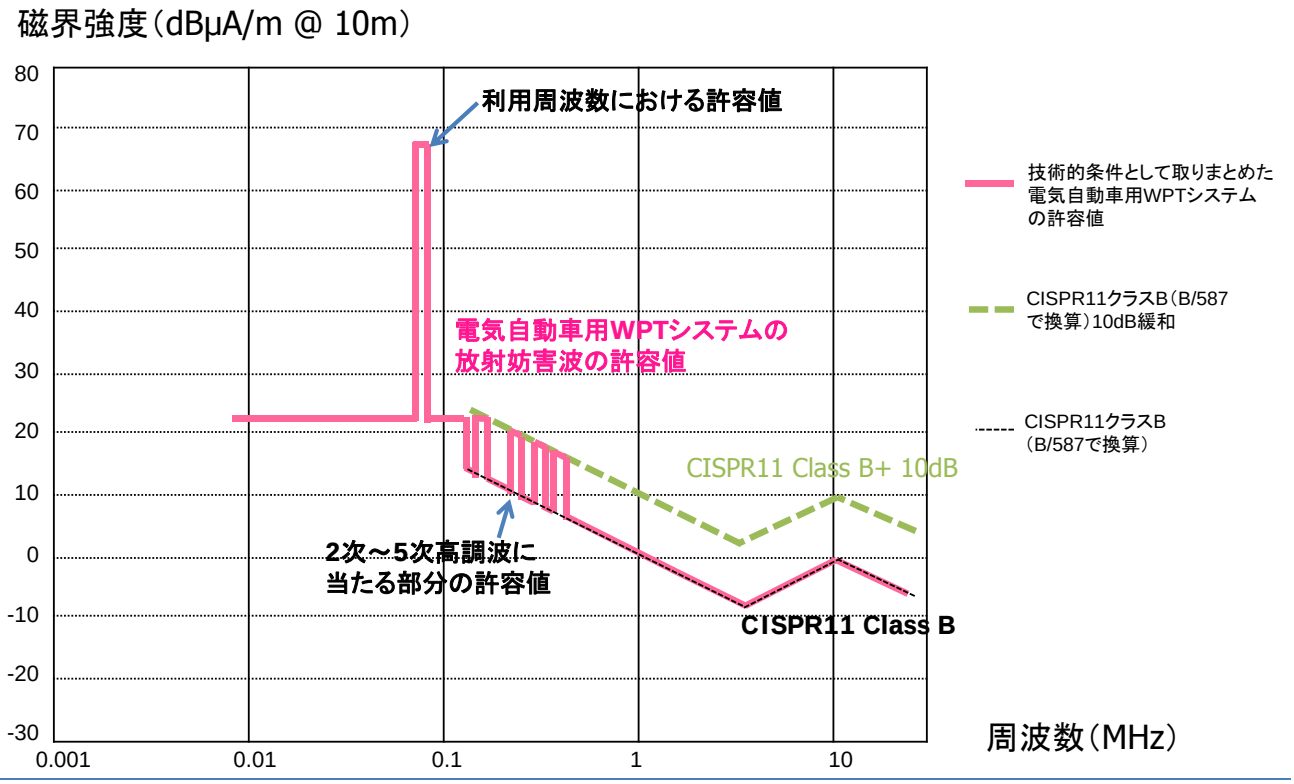
A小委員会(SC-A)	測定法	幹事国:米国
B小委員会(SC-B)	ISM機器・電力設備	幹事国:日本
D小委員会(SC-D)	自動車	幹事国:ドイツ
F小委員会(SC-F)	家庭用電気器・照明器具	幹事国:オランダ
H小委員会(SC-H)	無線局の保護	幹事国:韓国
I小委員会(SC-I)	マルチメディア機器	幹事国:日本

※　各小委員会は年1回開催
※　各小委員会には、複数の作業班(WG等)が設置されている。

国内での活動と国際会議への提案



日本が提案した許容値（国内答申に基づく）



WPT関連規格の今後の展望

- 許容値の標準化
  - ➢ 国際合意の形成
- 測定法の標準化
  - ➢ 基本的な測定法をCISPRで規定
  - ➢ 製品特有の測定法は製品規格で規定
    （例：IEC 61980 ⇒ 電気自動車充電用WPT）
- 周波数の標準化
  - ➢ ITU-Rで審議中

WPTを取り巻く環境・課題
ー人体防護ー

国立研究開発法人情報通信研究機構
渡辺聡一

WPTの人体防護

WPTシステム周辺に比較的強い電磁界が発生

体内植え込み医療機器に影響（電磁干渉）

人体に影響（刺激・熱作用）

電波ばく露に対する人体防護（WPTと無線通信システム）

10 kHz (10^4)　　10 MHz (10^7)

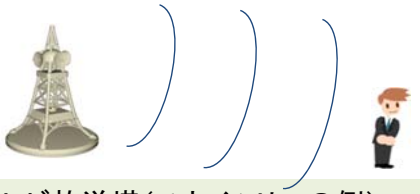
刺激作用

熱作用

100 kHz (10^5)

WPTシステム
周波数・出力（数10kHz～数MHz、～数 kW）
アンテナ設置位置（密着～数10cm）

刺激作用・全身加熱・局所加熱を防護



テレビ放送塔（スカイツリーの例）
周波数・出力（NHK: 557.1 MHz、10 kW）
アンテナ設置位置（地上500m以上）

全身加熱を防護

携帯電話端末
周波数・出力（0.7～2 GHz, 0.25 W）
アンテナ設置位置（密着）

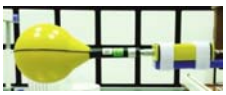
局所加熱を防護

WPT電波ばく露の評価手順

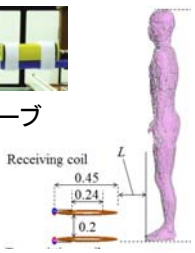
従来の無線通信システムとは大きく異なるばく露条件（周波数・出力・設置場所）であるため、新たな安全性評価手法が必用

世界に先駆けて日本が安全性評価手順を策定！

- 各WPTシステムに対する適合性を確認すべき指針値（防護すべき影響）を明確化
- 複数の適合性評価手順を策定
  - ✓簡便だが出力や離隔距離に関して制約的な評価
  - ✓詳細だが出力や離隔距離に関して緩和的な評価
- 測定手法を策定（電界・磁界・接触電流測定方法）



電磁界プローブ



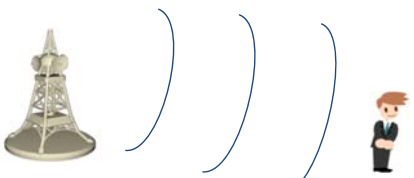
数値計算に基づく結合係数の適用

電波防護指針

- 電波の安全な利用のために電波防護指針が策定されている（H2策定、H27改定）
- 電波防護指針で考慮されている影響
  - 刺激作用（10 kHz～10 MHz）
    - 電波ばく露により体内に生じる電界により神経や筋が興奮する作用
  - 熱作用（100 kHz～300 GHz）
    - 電波が体内に吸収されることにより生じる作用
- 電波防護指針よりも低いレベルの長期ばく露等における健康影響について継続的に調査・評価が行われており、近い将来にWHOや総務省検討会で包括的な健康リスク評価結果が公表される見込み。

電波防護指針の適合性確認

- 適合性評価で求められること
  - 再現性（誰がどこで測っても同じ判断（適合or不適合）にならなくてはならない）
  - 簡便性（正確性よりもある程度のマージンを考慮した簡便な手法が用いられることが多い）
  - 国際的な整合に配慮（ITU勧告、IEC規格等）
- 適合性評価方法が定められている例

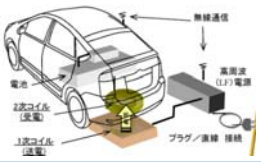


放送塔からの電波ばく露
（総務省平成11年告示300号）

携帯無線端末からの電波ばく露
（総務省平成25年告示324号）

ワイヤレス電力伝送システムの適合性評価

- 検討対象のシステム

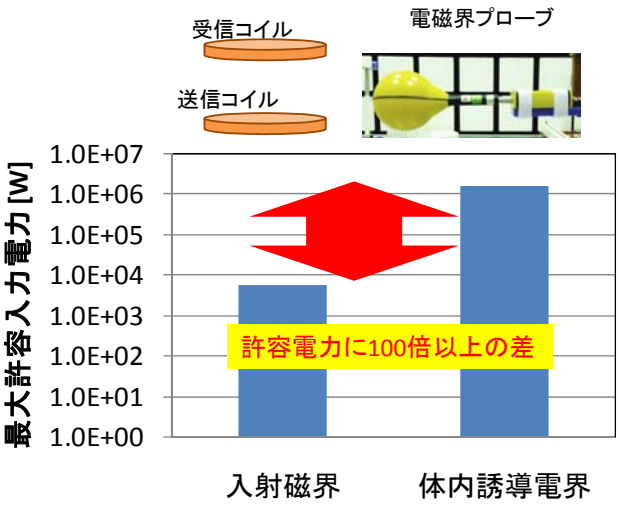
	電気自動車	家電製品	
			
送信電力	～ 3 kW（最大7.7 kW）	～ 100 W	～ 100 W
周波数	79 ～ 90 kHz	6765 ～6795 kHz	480 ～ 524 kHz
送電距離	0 ～ 30 cm	0 ～ 30 cm	0 ～ 1 cm

- ワイヤレス電力伝送システムの特徴
  - 近傍で大電力を用いる
  - 周波数範囲が多岐に渡る

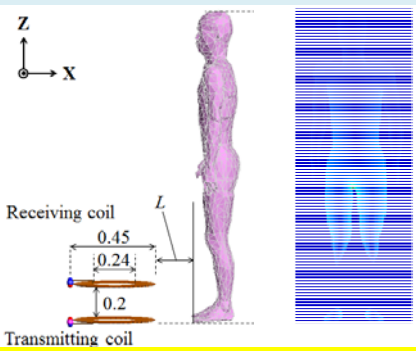
これまであまり例の無いばく露形態であるワイヤレス電力伝送システムに対して適合性評価方法を検討

ワイヤレス電力伝送システムの適合性評価方法

- 入射電磁界強度測定
  最も簡便だが非常に制約的な評価（本来許容される電力の1/100に制限）



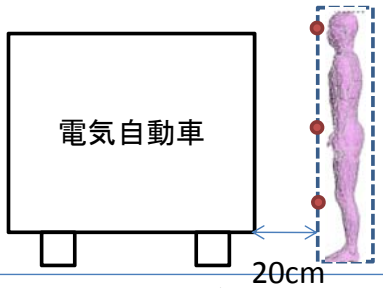
- 結合係数の適用
  詳細な数値シミュレーションが必用だが、効率的な電波利用が可能（EVシステムの場合、電磁界強度測定に対して400倍の電力緩和が可能）



日本が世界に先駆けてWPTに導入

入射電磁界測定による適合性評価

人体がいない状況でシステム近傍の電磁界強度を測定

	電気自動車	家電製品
入射磁界	• 20cm離れた人体が占める空間の最大値、または • 20cm離れた人体が占める空間の平均値、または • 20cm離れた3点の平均値（50cm, 100cm, 150cm） 	人体が占める空間の最大値
入射電界	入射磁界による影響に比べて無視可能	• 人体が占める空間の最大値 • 場合により、評価を省略可能

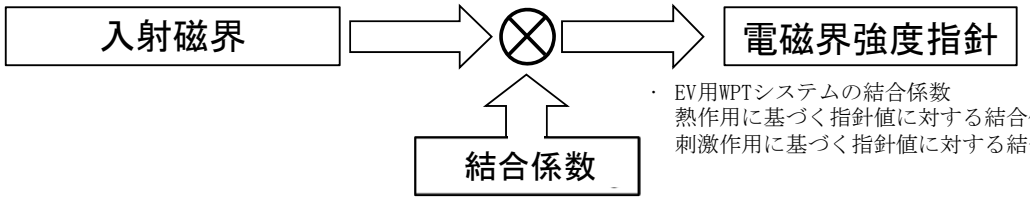
結合係数を用いた適合性評価

- 体内のばく露量の評価は、再現性の高い具体的な測定法・推定法が工学技術的に十分に確立されていないとは言えない
- 入射電磁界に基づく評価は最悪のばく露条件を想定するため、体内のばく露量による評価に比べて厳しいことが多い

入射磁界強度と体内誘導量の相対的な関係を数値計算により推定し、結合係数（1未満の係数）を決定。

入射磁界強度に結合係数を乗じた数値を指針値と比較することで、体内のばく露量に基づいた評価を可能とする

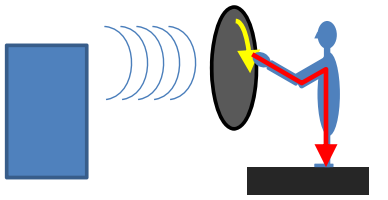
日本が有する世界最先端の数値人体モデルを用いた高精度ばく露評価技術を利用



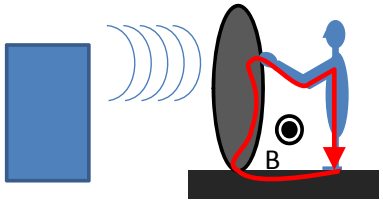
・ EV用WPTシステムの結合係数
熱作用に基づく指針値に対する結合係数：0.05
刺激作用に基づく指針値に対する結合係数：0.15

間接的な影響に関する安全性の確認

- 接触電流
  - システム近傍の非接地金属体に電荷が誘起され、接地人体が金属体に触れると電流が流れる
  - システム近傍の接地金属体に接地人体とが作るループ面を変動磁界が貫くことにより、人体に電流が流れる



非接地金属体への接触



接地金属体への接触

世界に先駆けてWPTによる接触電流評価手順を策定

WPTの人体防護の今後の課題

- 体内植え込み医療機器に対するガイドライン策定
- 電波ばく露評価方法の国際標準化
- 結合係数を適用可能なシステム要件の明確化
- 接触電流測定方法の改良
- 体内誘導量の直接評価手法の確立

謝辞

- 本資料は総務省情報通審議会WPT作業班人体防護アドホックでの議論・資料を元に作成しました。
- 資料作成にあたり、NICTの和氣加奈子主任研究員に多大な支援をいただきました。

ワイヤレス電力伝送システムの法制度の位置付け及び共用検討の必要性

平成27年6月10日

総務省総合通信基盤局
電波部電波環境課
杉野　勲

高周波利用設備の制度枠組

高周波利用設備のうち、許可が必要な設備

通信設備
（電波法第100条第1項第1号）

通信設備以外の設備
(電波法第100条第1項第2号)

電波法施行規則第45条
- 医療用設備（50Wを超えるもの）
- 工業用加熱設備（50Wを超えるもの）
- 各種設備（50Wを超えるもの）

型式を指定又は確認するもの
（簡易な手続きにより利用）

- 電力線搬送通信設備 等（型式指定）
  （電波法施行規則第46条の2）
  （例）PLC通信設備
- 電子レンジ、電磁誘導加熱式（IH）調理器（型式確認）
  （電波法施行規則第46条の7）
- ワイヤレス電力伝送システム

高周波利用設備のうち許可が不要な設備

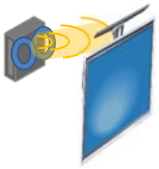
通信設備
- 電力線搬送通信設備（受信のみ）
- 誘導式通信設備

通信設備以外の設備
- 医療用設備（50W以下）
- 工業用加熱設備（50W以下）
- 各種設備（50W以下）

製品化が期待されている機器
- ・中電力（50W以上）　PC、デジタル家電など
- ・大電力（数kW程度）　電気自動車、産業機器など

現在実用化されている機器
- ・小電力（50W以下）
  電動歯ブラシや髭剃り、スマートフォンなど

実用化が期待されるワイヤレス電力伝送システム

対象WPT	家電機器用①	家電機器用②	家電機器用③	電気自動車用
給電対象・システムイメージ	スマートフォン、タブレットPC 等	オフィス機器、家電機器等 	ノートPC 等	電気自動車
電力伝送方式	磁界結合方式		電界結合方式	磁界結合方式
伝送電力	～100W程度	～1.5kW程度	～100W程度	～3kW程度（最大7.7kW）
使用周波数	6.765MHz～6.795MHz	20.05kHz～38kHz、42kHz～58kHz、62kHz～100kHz	425～524 kHz（アマチュア無線、海上無線、中波ラジオ放送に割り当てられた周波数帯は除く）	79kHz～90kHz
送受電距離	0～30cm程度	0～10cm程度	0～1cm程度	0～30cm程度

既存の無線設備との共用検討状況

被干渉無線設備＼対象WPT	家電機器用①	家電機器用②	家電機器用③	電気自動車用
電波時計	－	○（注1）	－	○（注1）
アマチュア無線	○	○	○	○
船舶無線	－	○	○	－
中波ラジオ	－	×	○	○（注1）
信号保安装置	－	×	○	○（注2）
列車誘導無線	－	×	－	○（注2）

注1：取扱説明書や製品本体等に混信妨害の可能性がある旨を明示し、消費者への注意喚起を行う。
注2：法令において、WPTとの所要離隔距離を担保する。

人体への安全性確保

ワイヤレス電力伝送システムからの漏えい電波が
人体に与える影響に対する懸念

電波が人体に与える影響として確認されている作用

刺激作用（100kHz程度以下）
電波によって体内に生じた誘導電流等により刺激を感じるもの。

熱作用（100kHz程度以上）
人体に吸収された電波のエネルギーが熱となり、生体の温度が上昇するもの。

十分な安全率を考慮

人体に影響を及ぼさない電波の強さの指針

電波防護指針（平成２年策定、平成９年追加）

ワイヤレス電力伝送システムからの電波の
特徴を考慮した人体安全性の評価方法を検討

電波防護指針への適合性を確認